

FIOCRUZ

III Forum Ciencia e Sociedade de Brasilia
O homen no Cerrado: Energie

Brasilia

20 de novembro de 2006

Dr Patrick Rousset



O carvão vegetal (CV), um produto do passado?

- Sem o fogo, a humanidade não teria conhecido seu destino atual.
- Sem o carvão, o Homem não seria saído do Idade da Pedra → fusão do metal até o século XV.
- O uso de carvão vegetal como redutor do minério de ferro no Brasil data de 1591 em fundições artesanais para produzir ferramentas de uso agrícola na colônia.

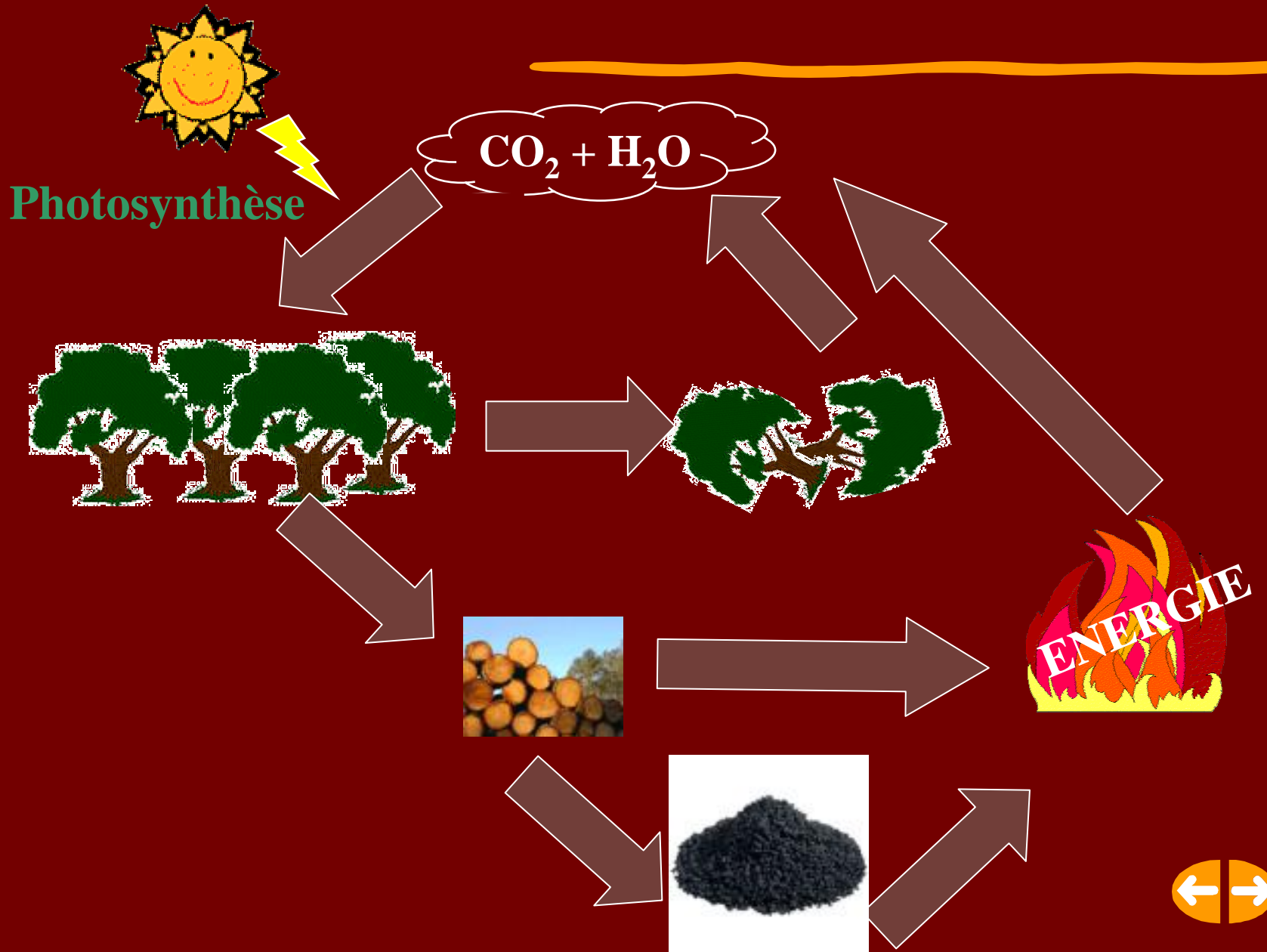


O carvão vegetal (CV), um produto do passado?

- Até década 50 : Xiloquímica: ácido acético, etanol, metanol, acetona.
- Final do século XIX : combustíveis fósseis
- Década 70 : crise do petróleo
- Ao contrário do que aconteceu nos países industrializados, no Brasil, o uso industrial do carvão vegetal continua sendo largamente praticado.



Atualmente : renovabilidade e ambiental



- Consumo na França : residencial
60 000 toneladas/ ano
- Consumo na Europa
300 000 t/ ano
 - Dakar : 200 000 t/an
 - Abidjan : 300 000 t/an
- Consumo no Brasil
10.000.000 t/ano
(800.000 t/ano = residencial)

O Brasil é o maior produtor mundial



Problemas no Brasil



1. Desmatamento final de um bosque de manacá da serra, remanescente da mata tipo Atlântica, no altiplano da Serra de Paranapiacaba, SP. O povo chama de "pau-flor", dizem que dá um bom carvão.

Na beira da estrada Divinópolis a Carmo do Cajuru, MG



Desmatamento das florestas nativas



Problemas no Brasil



Trabalho das crianças



- Desenvolver novas tecnologias limpas
- Melhorar as tecnologias artesanais
- Usar florestas replantadas, resíduos florestas e agrícolas
- Informar os riscos de saúde
- Valorizar esse trabalho com o apoio dos grandes consumidores : indústria siderúrgica



O carvão vegetal : uma definição

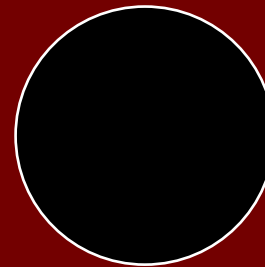
O **carvão vegetal** é uma substância de cor negra produzido a partir da lenha pelo processo de carbonização ou pirólise

Bois



Carbono : 60 %
Hidrogene: 6%
Oxigene : 44 %

Charbon



Carbono > 80 %
+ alcatrão
+ água
+cinzas



I - Combustão parcial: generalidades

a pirólise converte a madeira em três frações função do processo

1000 Kg madeira



300 Kg Carvão

500 Kg Líquido

200 Kg Gás não condensável



A Pirólise lenta : 3 princípios em função do modo de aquecimento :

1. Combustão Parcial : cerca de 90% da produção mundial de carvão
2. Aquecimento Externo : tipo mufla
3. Contato dos gases quentes da pirólise: processamento geralmente contínuo



I - Combustão parcial

- Processo mais antigo
- Maioria dos processos artesanais e semi-industriais
- Vários tipos de fornos classificados em função das características de fabricação :
 - » Valas (pouca evolução)
 - » Medas (pouca evolução)
 - » Fornos de alvenaria
 - » Fornos metálicos



As tecnologias artesanais: Forno de vala

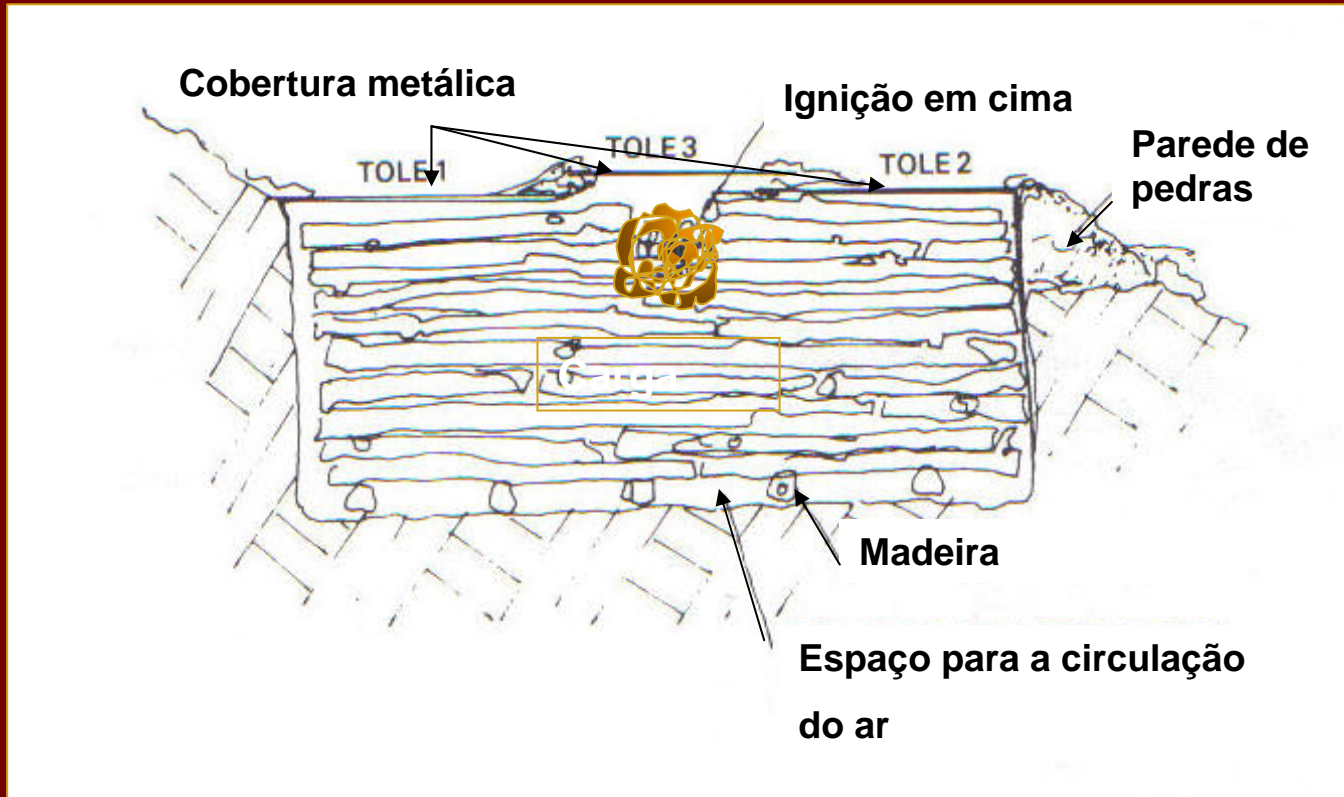
Princípio : Buraco no chão enchido com madeira e coberto com terra (clássica) ou tampa metálica (melhorada).

Características:

- Tecnologia barata, adaptável a uma produção temporária. Diâmetro > 50 cm, limitada pelo volume da vala
- Duração importante, condução difícil, rendimento aleatório, uso durante a temporada seca



As tecnologias artesanais : Forno de vala



Esquema longitudinal de uma vala melhorada

As tecnologias artesanais : Forno de vala



Vala melhorada em Madagascar (fonte Cirad)



As tecnologias artesanais : a meda

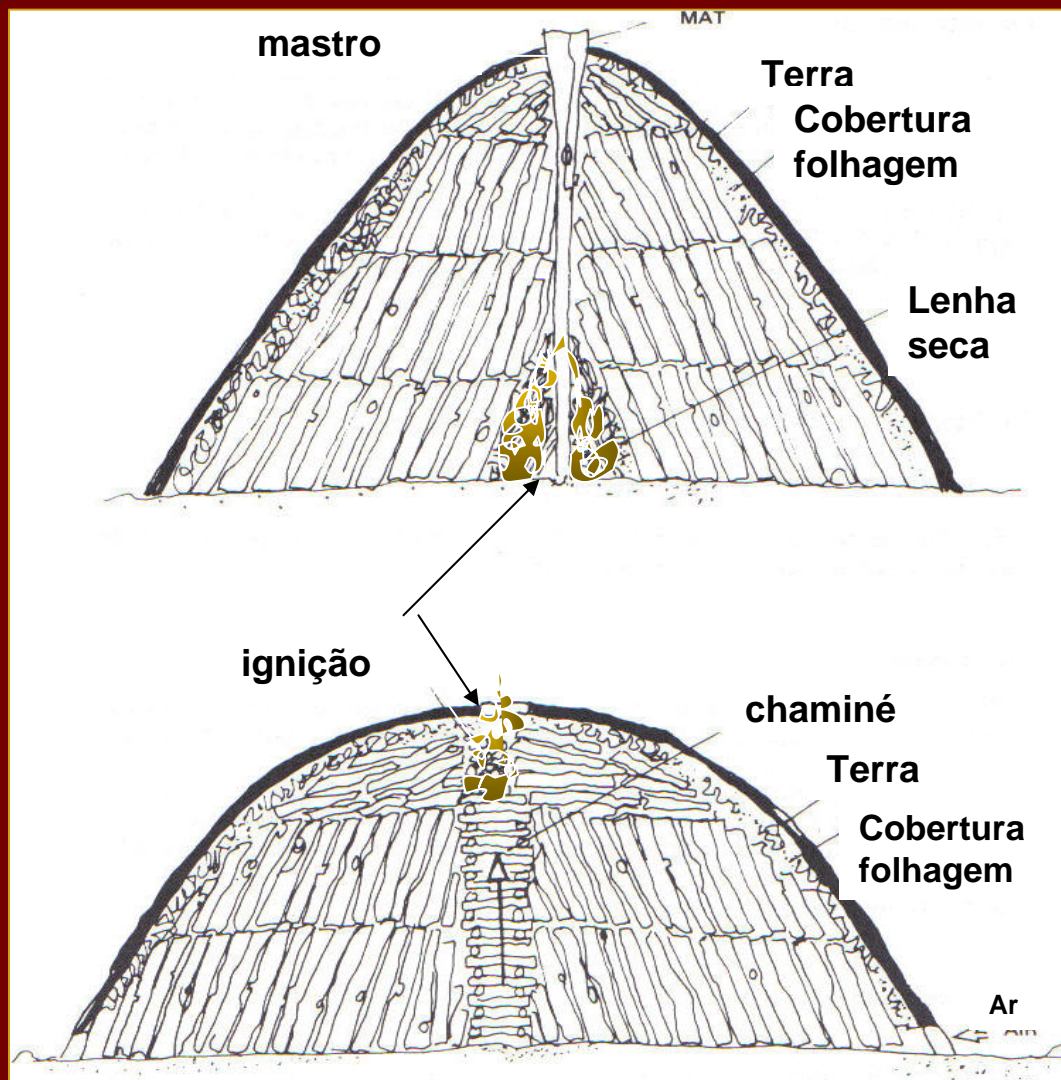
Princípio : um monte de madeira montado em volta de um mastro central com uma cobertura de folhagem e de terra

Características:

- muito usada nos países em desenvolvimento = vários tipo de medas
- Tecnologia barata, adaptável a uma produção temporária. Diâmetro > 50 cm
- Duração importante, condução difícil, rendimento aleatório, sem chuva



As tecnologias artesanais : a meda



Esquema de meda vertical tradicional



As tecnologias artesanais : a meda



Montagem e
combustão da meda



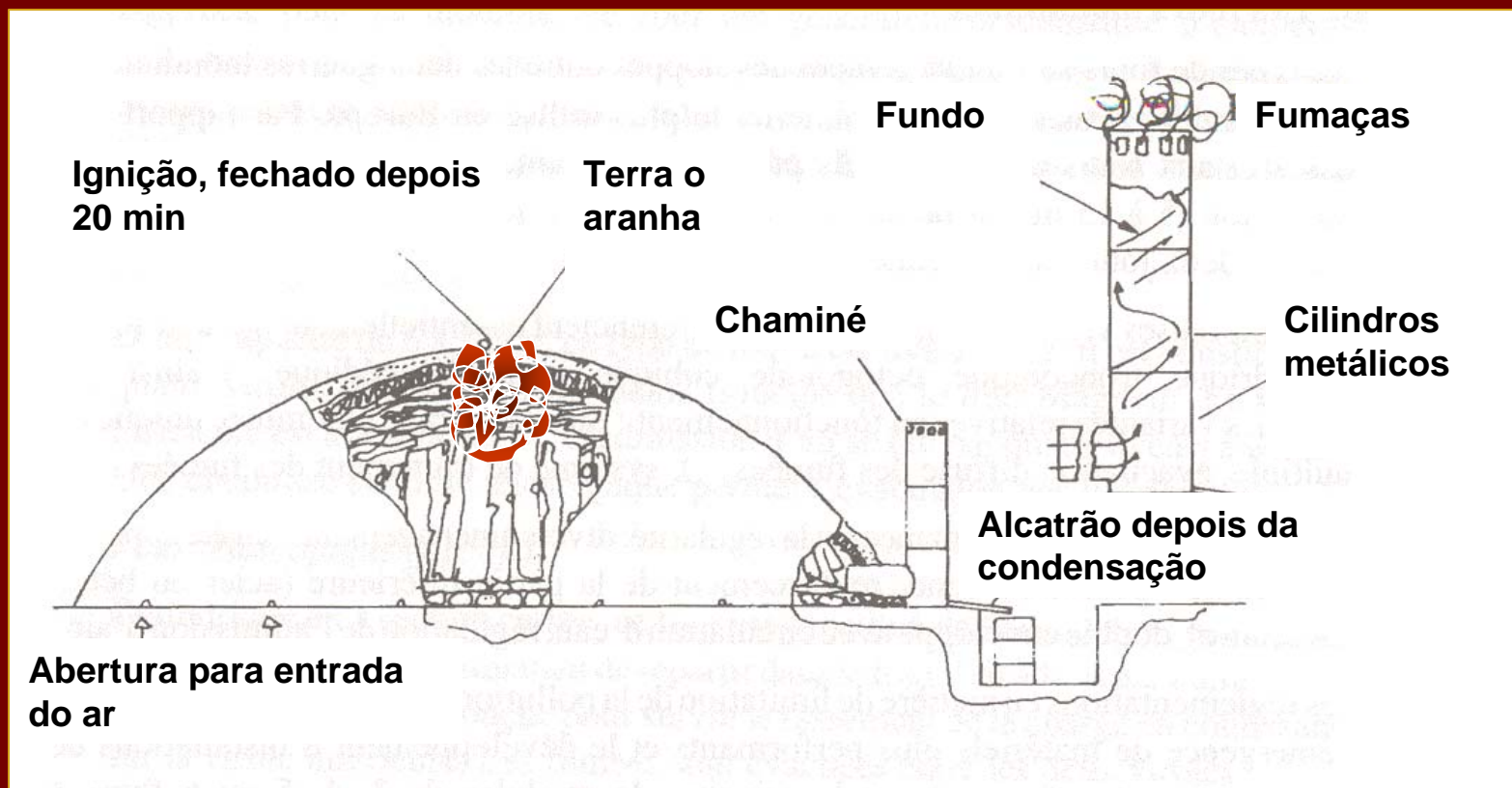
As tecnologias artesanais : a meda

A meda vertical melhorada ou “Casamançaise”:

- Base circular
- Presença de uma chaminé com cilindros metálicos(200l)
- Tiragem invertida
- Recuperação do alcatrão
- Volume : 12 até 100 st
- Duração : uma semana (3d. Carbonização, 4d. resfriamento)



As tecnologias artesanais : a meda



Esquema transversal de uma meda melhorada



As tecnologias artesanais : a meda



Construção de uma meda melhorada (fonte Cirad)



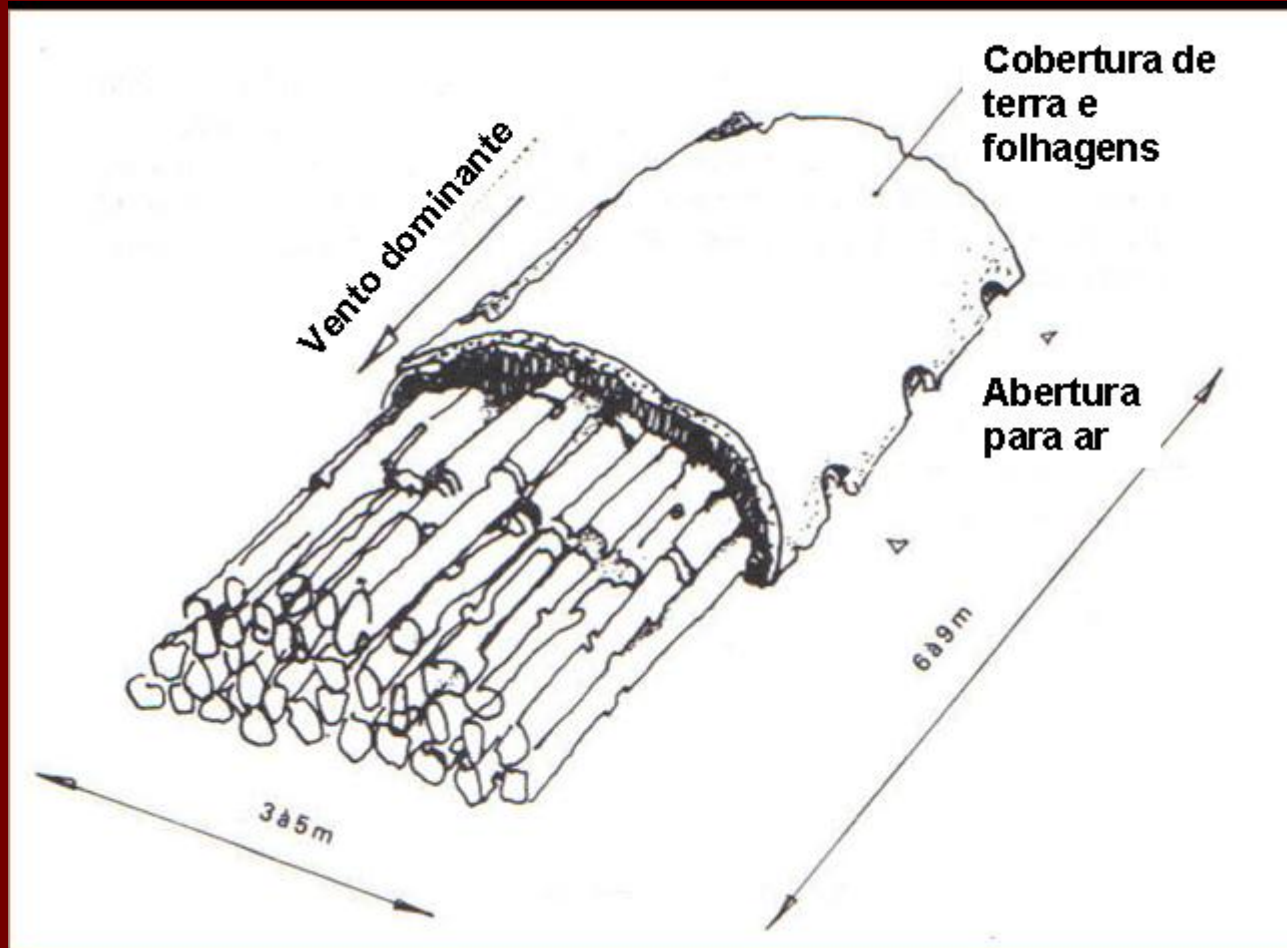
As tecnologias artesanais : a meda

A meda horizontal:

- Base retangular
- Presença de uma chaminé com cilindros metálicos(200l)
- Recuperação do alcatrão impossível
- Volume : 20 até 100 m³
- Duração : 1 até 3 semanas (3-9d carbonização, 5-12d resfriamento)



As tecnologias artesanais : a meda



Esquema de uma meda horizontal



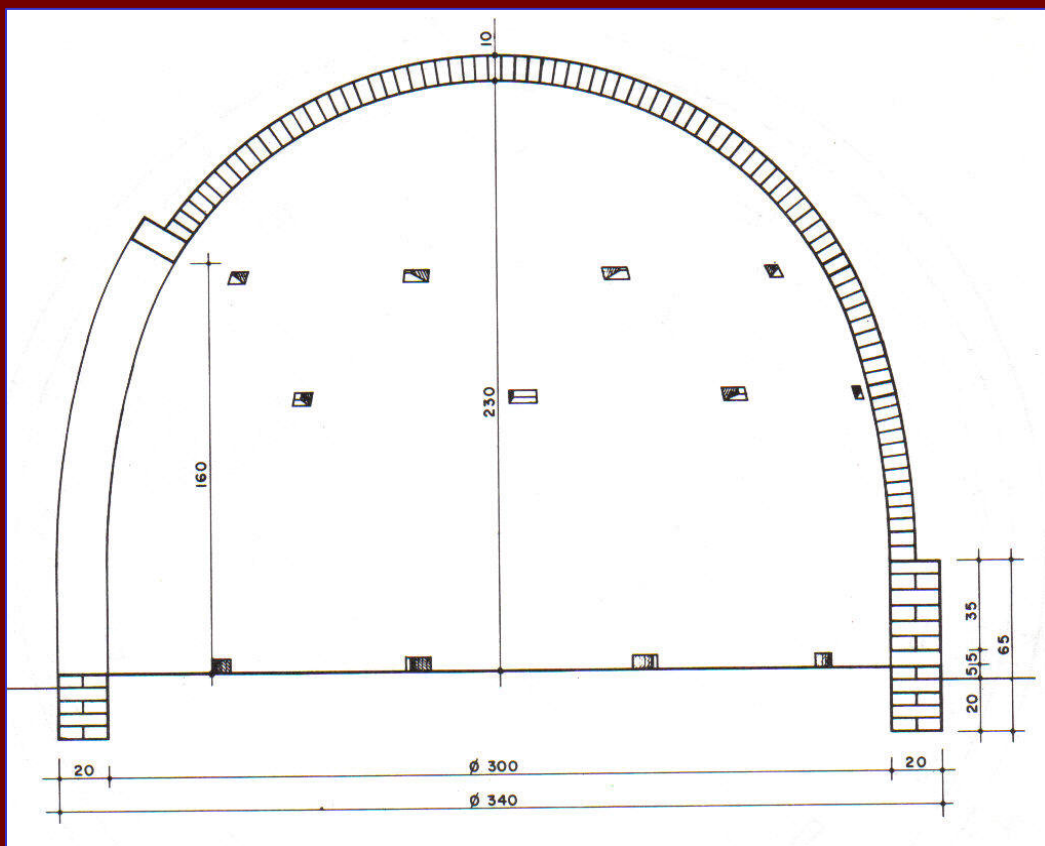
As tecnologias artesanais : a meda



Meda horizontal em construção na África (fonte Cirad)



As tecnologias artesanais : tijolo



Forno Rabo Quente:

- Material: Tijolos cerâmicos de tamanho $20 * 10 * 8\text{cm}$
- 1 porta, 1 chaminé, aberturas na copa
- Diâmetro: 3m; Altura das paredes até a copa : 1,6 m; Altura da flecha da copa : 0,8m
- Tiragem direto
- Rendimento $0,8\text{m}^3$ de carvão/ m^3 de madeira
- Carvão de boa qualidade - uso na siderurgia



As tecnologias artesanais : tijolo



Rabo Quente próximo de uma cerraria no Brasil (fonte cirad)

As tecnologias industriais



CAF (Grupo Arcelor), MG (fonte Cirad)



As tecnologias industriais



Carregamento: CAF (Grupo Arcelor), MG (fonte Cirad)



As tecnologias industriais



Carregamento: CAF (Grupo Arcelor), MG (fonte Cirad)



As tecnologias industriais



Mannesman, MG (fonte Cirad)



As tecnologias artesanais : Fornos metálicos

- Desenvolvidos na França entre as duas guerras mundiais
- fabricação simples, fácil e local
- Móvel = detenção pequena = 5 ate 12 m³
- Ciclo mais curto que outras tecnologias
- Condução fácil
- Rendimento : 20 – 28 % bs
- Duas tiragem possíveis
- Madeira de diâmetro < 30 cm
- Vida útil depende do acero usado



As tecnologias artesanais : Fornos metálicos

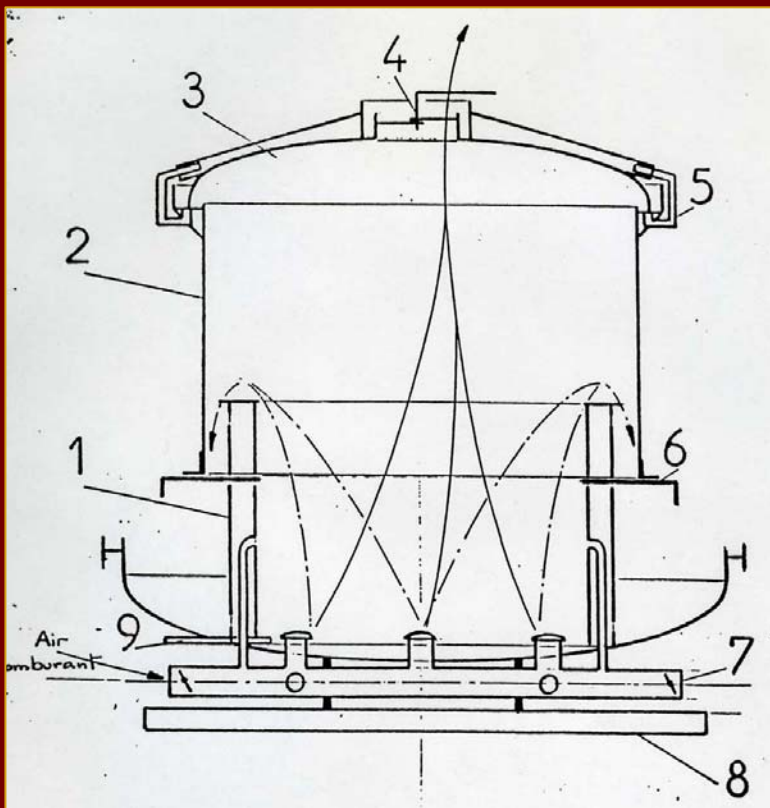


- Tiragem invertida
- Vol. : 4 – 12 m³
- Duração: 10-15h, 20-24h
- Resfriamento: 12-24h
- Rendt. : 27% bs

Forno de tipo Magnein (fonte Cirad)



As tecnologias artesanais : Fornos metálicos

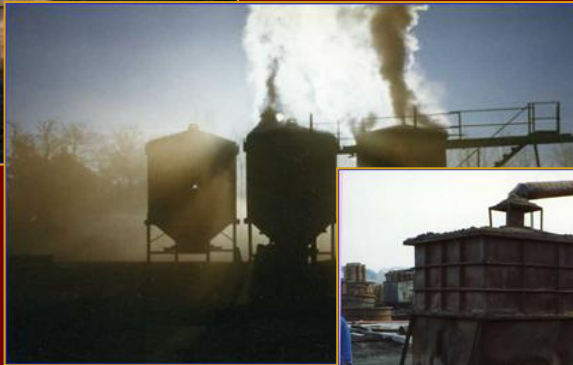


Forno telescópico circular tipo Bonnechaux (fonte Cirad)

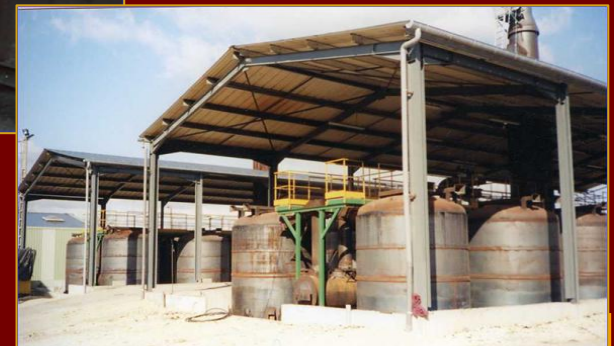


As tecnologias industriais : Fornos metálicos

Do passado



Ate hoje



Carbonização CML

Incinerador
central



Despoluição + bateria com 12 fornos / 2 módulos de produção (fonte Cirad)



Carbonização CML



Carregamento



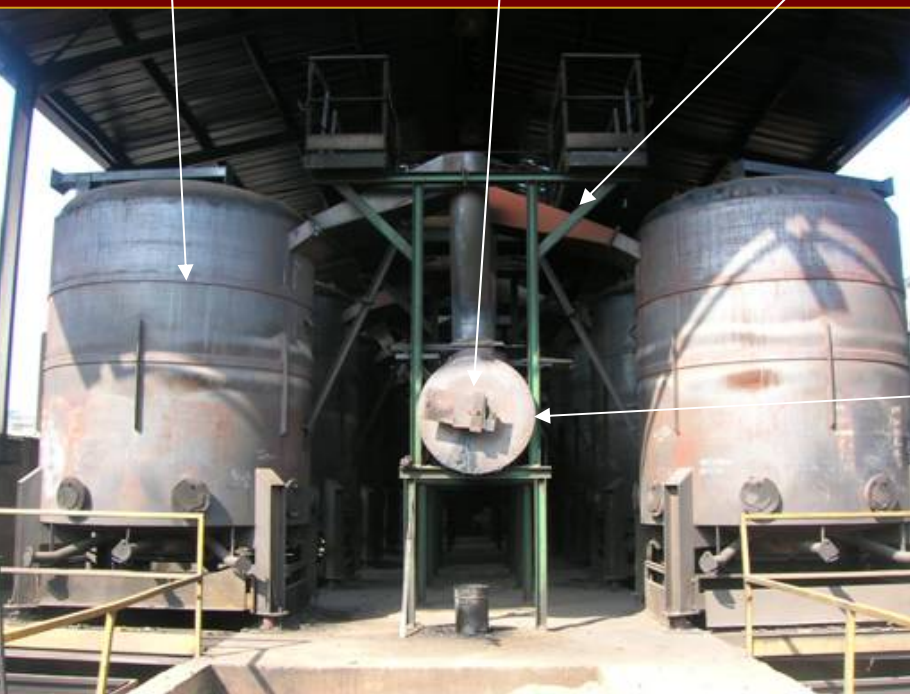
Matéria prima

ignição

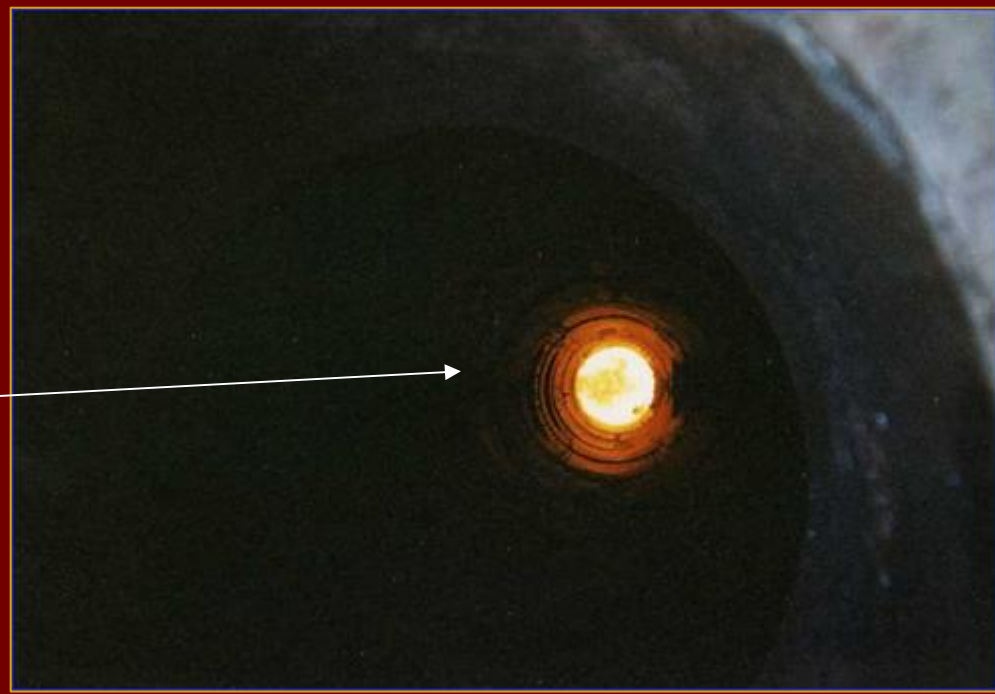


Carbonização CML

Forno Coletor central Coletor gás de Pirólise do forno



Combustão dos gases



Núcleo do incinerador



Carbonização CML



Corredor central entre duas linhas de fornos

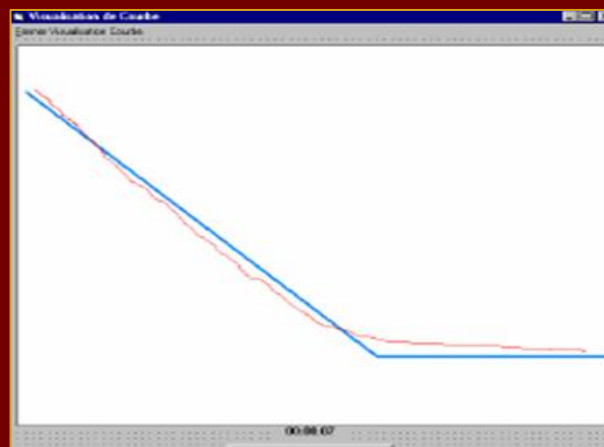


Carvão quente

Descarregamento e resfriamento



Carbonização CML



ARMOIRE DE CONTROLE

	PC	Fct	TR	TL	Fin	Surv	Ac R L	Ac Fin
Four 1	●	●	●	●	●	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Four 2	●	●	●	●	●	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Four 3	●	●	●	●	●	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Four 4	●	●	●	●	●	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>



Projeto de P&D do Cirad: Monitoramento da carbonização



I Combustão parcial

- Generalidades
- As tecnologias artesanais
- As tecnologias industriais

II Aquecimento externo

- As tecnologias industriais

III Contato dos gases quente

- As tecnologias industriais

IV P&D

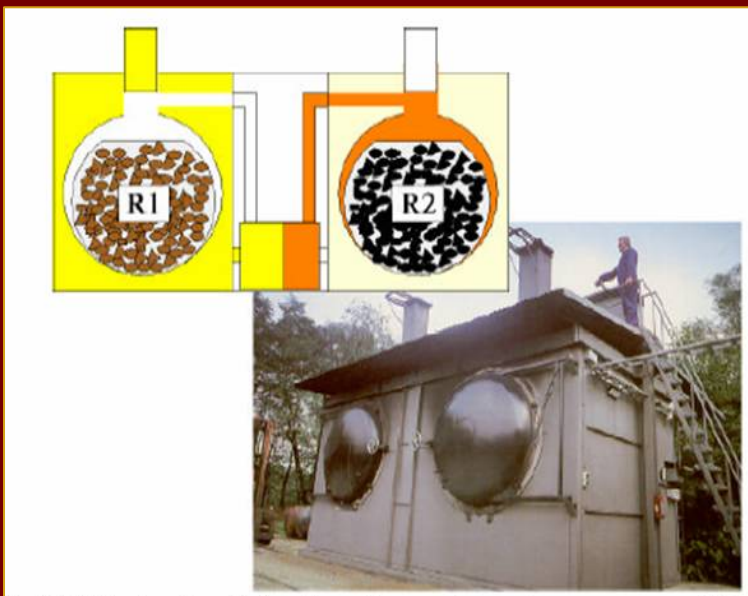


II - Aquecimento externo

- Processo recente
 - Processos industriais
 - Tecnologia geralmente cara
 - Carbonização “contínua” ou alternativa
 - Produção ate 6000t/ano
-
- VMR Carbofrance (França)
 - Rousseau (França)
 - CARBOLISI (Itália)
 - ACC (França)



VMR processo: Carbo France



1 Modulo VMR

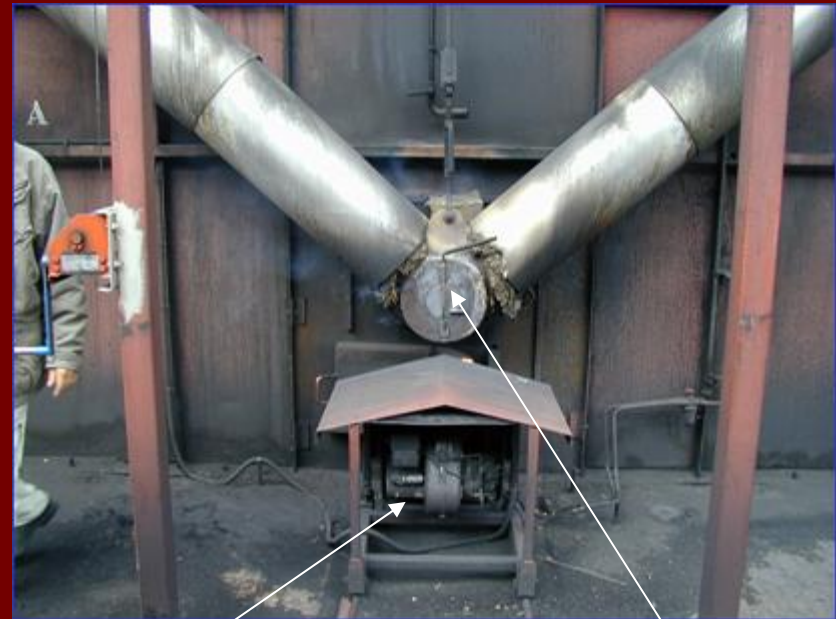
- O VMR processo é constituído de duas retortas (R1 & R2) e uma câmara central para a combustão
- O primeiro cilindro é carregado com madeira antes de se colocar na retorta R1. cada cilindro tem aproximativamente 4,5M³.
- O R1 é aquecido com combustível, seja gás ou diesel. Depois que a Pirólise é iniciada, os gases são coletados e queimados na câmara para produzir calor para o segundo cilindro.
- A injeção de gás ou diesel, é suspensa.
- Ao final, R1 é tirado para fora para resfriamento e um outro cilindro com madeira nova é reinstalado.
- **VMR e um processo alternativo**
- O tempo total da carbonização: 8-12 horas



VMR processo: Carbo France



Monitoramento
das
temperaturas



Ventilador

Câmara de
combustão central

Conector das fumaças da Pirólise



VMR processo: Carbo France



Abertura



I Combustão parcial

- Generalidades
- As tecnologias artesanais
- As tecnologias industriais

II Aquecimento externo

- As tecnologias industriais

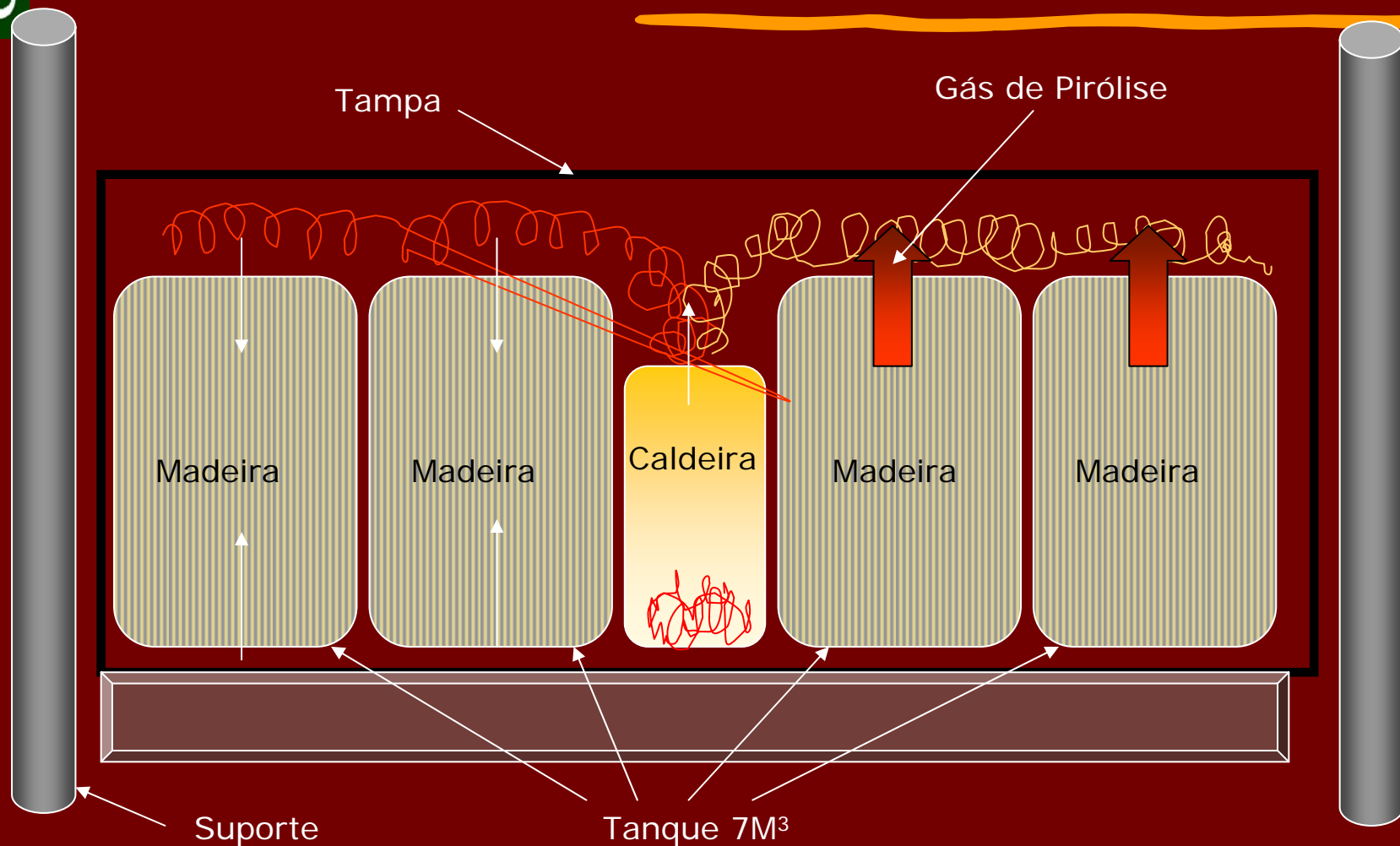
III Contato dos gases quente

- As tecnologias industriais

IV P&D



Forno Elevatório (França) : empresa Sidergie



Esquema de tecnologia Sidergie



Forno Elevatório (França) : empresa Sidergie

Tampa



Forno em carbonização



descarregamento

Foto do Forno Elevatório (fonte Cirad)



Forno Elevatório (França) : empresa Sidergie



Zona de resfriamento



Tanques em
resfriamento

Incinerador

Zona de trabalho (fonte Cirad)



Processo Lambiotte : CSIR



Foto de tipo Lambiotte CSIR
Bélgica, (fonte Quirino W, Ibama)

- Empresa Bordet Maitre feu
- 2 fornos
- Localização: França
- Produção : 5500 t/ ano

Processo Lambiotte: SIFIC



Estocagem antes da secagem



vagonetes



Secador (fonte : Cirad)

Bordet Maître feu



- I Combustão parcial
 - Generalidades
 - As tecnologias artesanais
 - As tecnologias industriais
- II Aquecimento externo
 - As tecnologias industriais
- III Contato dos gases quente
 - As tecnologias industriais
- IV P&D



IV: P&D: Pirólise sob pressão

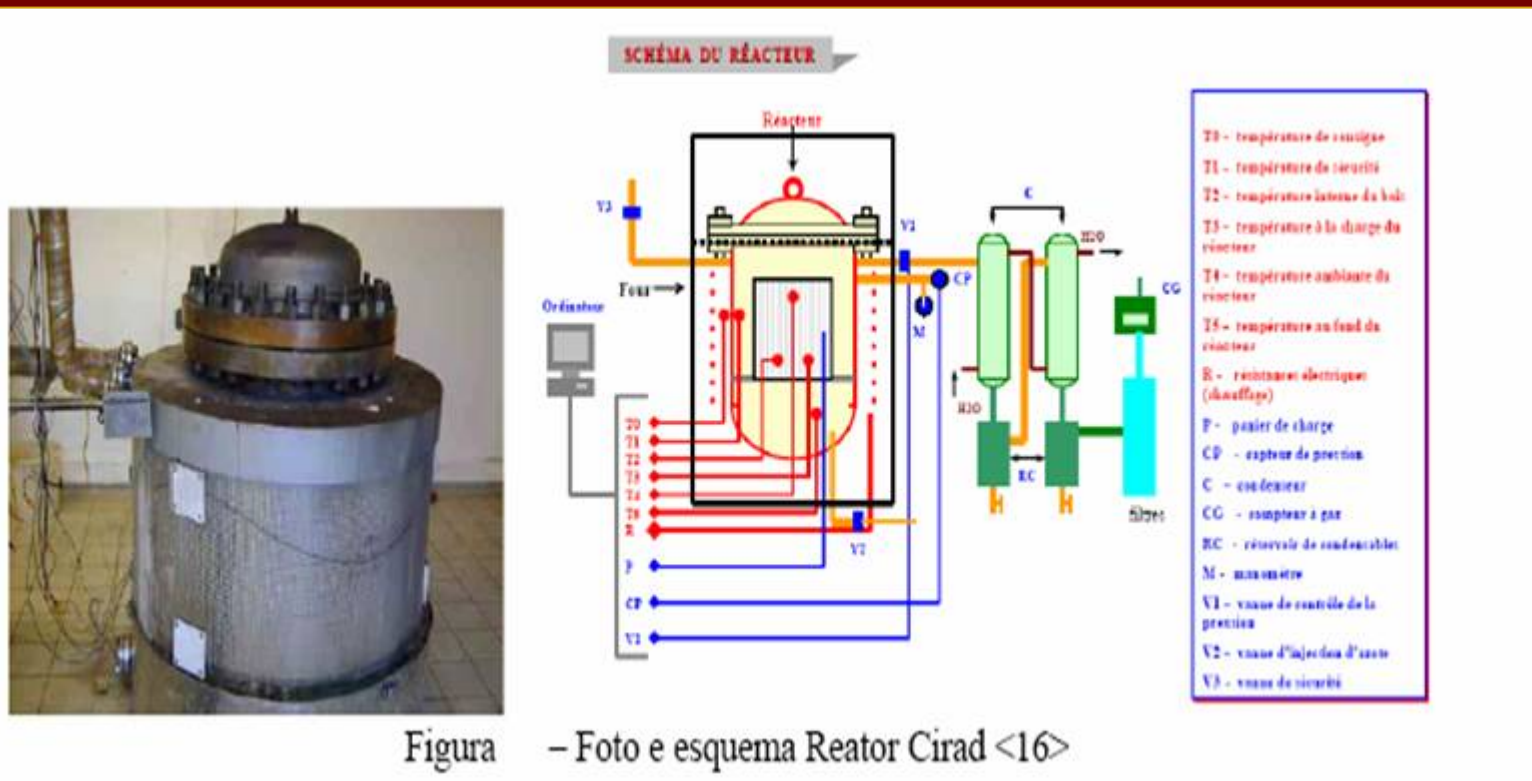
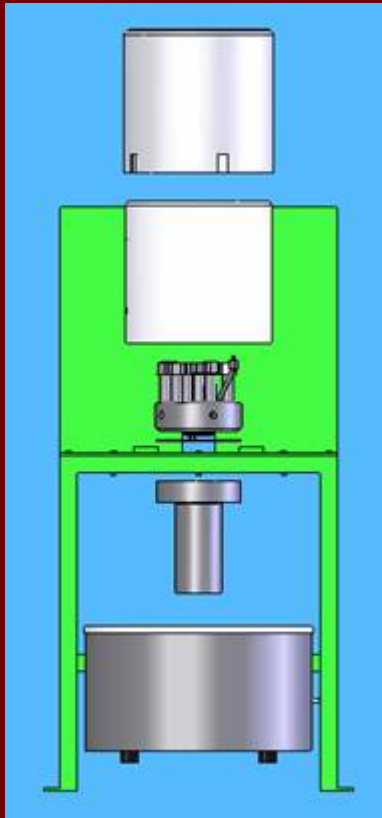


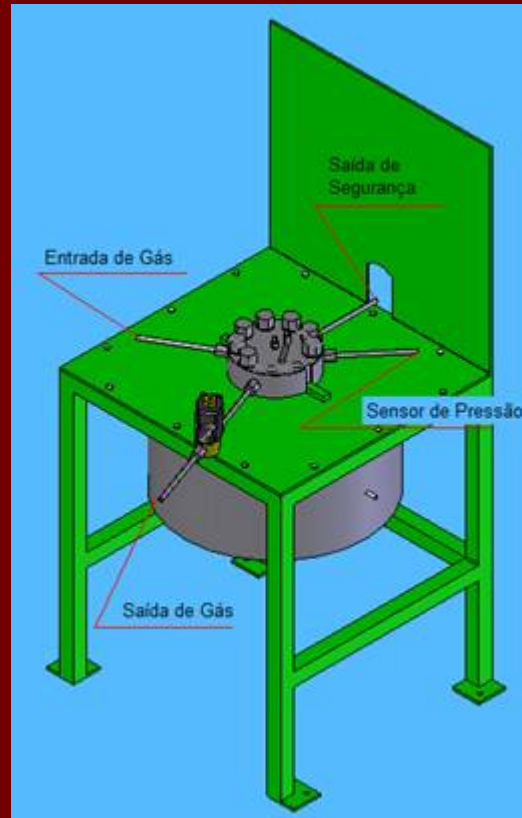
Figura – Foto e esquema Reator Cirad <16>

Numazawa 2000, Cirad (França)

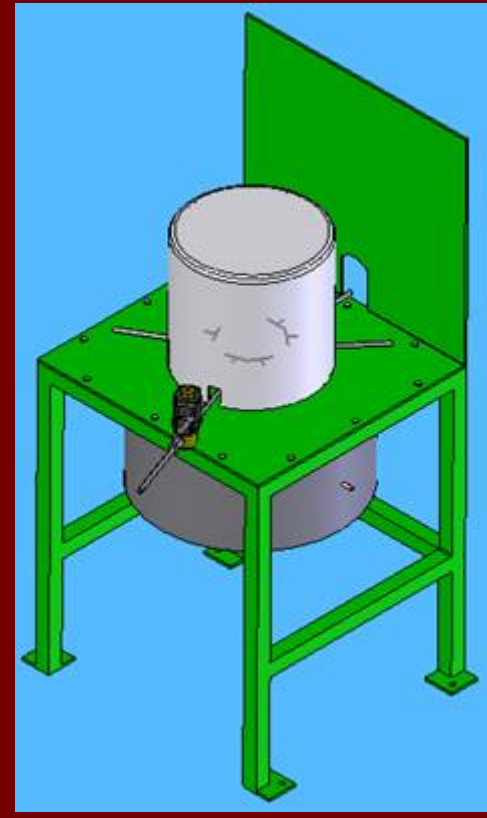
IV: P&D: Pirólise sob pressão



Mesa Suporte



Conjunto de Aquecimento



Reator

IV: P&D: Pirólise sob pressão



Conjunto de Aquecimento



Reator



Eletroválvula

OBRIGADO PELA ATENÇÃO

FIOCRUZ

III *Forum Ciencia e Sociedade de
Brasilia*

O homen no Cerrado:Energie
Brasilia

20 de novembro de 2006

